

Физико-математические науки

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТОВ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Гнетов Е.А., Горохов Е.Н., Маленов А.А.
 ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,
 Нижний Новгород, e-mail: agentzheka90@mail.ru

Для проведения научных исследований в области изучения физических процессов создаются физические, математические и численные модели. Последние дают возможность получить конечное решение задачи с заданной точностью путем аппроксимации аналитических зависимостей. Рассматривается применение численного метода с использованием программы «Tube» v.1.0 для определения температурного состояния ложа водохранилища в зоне вечной мерзлоты. В окно программы вводятся такие параметры грунта, как пористость, коэффициент теплопроводности, объемная теплоемкость, степень влажности, а также расчетные температуры воздуха и воды водохранилища. Полученное с помощью программы решение сравнивается с эталонным аналитическим методом, после чего делается вывод об адекватности полученного решения с точностью до 0,1 градус. Численным методам придается высокая значимость в области научных исследований, на стадии проектирования и эксплуатации сооружений, для произведения прогноза влияния физических процессов на инженерные сооружения.

Численные методы – это методы приближённого или точного решения математической задачи, основанные на построении конечной последовательности арифметических действий над числами.

Рассматривается применение численных методов с области гидротехнического строительства, а именно при прогнозе влияния водохранилища, расположенного в северной строительно-климатической зоне, на температурный режим ложа (рис. 1).

Прогнозная модель включает в себя физическую, математическую и численную модели теплопереноса в грунтовом массиве, а так же алгоритм численного – методом конечных разностей – решения задачи в двумерной постановке.

Грунтовый массив представляет собой сложную открытую термодинамическую систему, в которой, вследствие взаимодействия с окружающей средой и водой, происходит нарушение термодинамического равновесия, что приводит к возникновению процессов теплопереноса [2, 4].

Перенос теплоты в грунтовом массиве осуществляется, в основном, за счёт кондуктивной теплопередачи, описываемой уравнением Фурье [1]. Переход от дифференциальных уравнений к разностным заключается в том, что область непрерывного изменения аргументов X и Y заменяется конечным дискретным множеством точек, называемым сеткой. Точки, аппроксимирующие рассматриваемую область, носят название узлов сетки. Вместо функций непрерывного аргумента рассматриваются функции дискретного аргумента, определяемые в узлах сетки и называемые сеточными функциями [3]. Производные, входящие в дифференциальные уравнения, заменяются при помощи соответствующих отношений конечных разностей, а дифференциальные уравнения – системой алгебраических разностных уравнений.

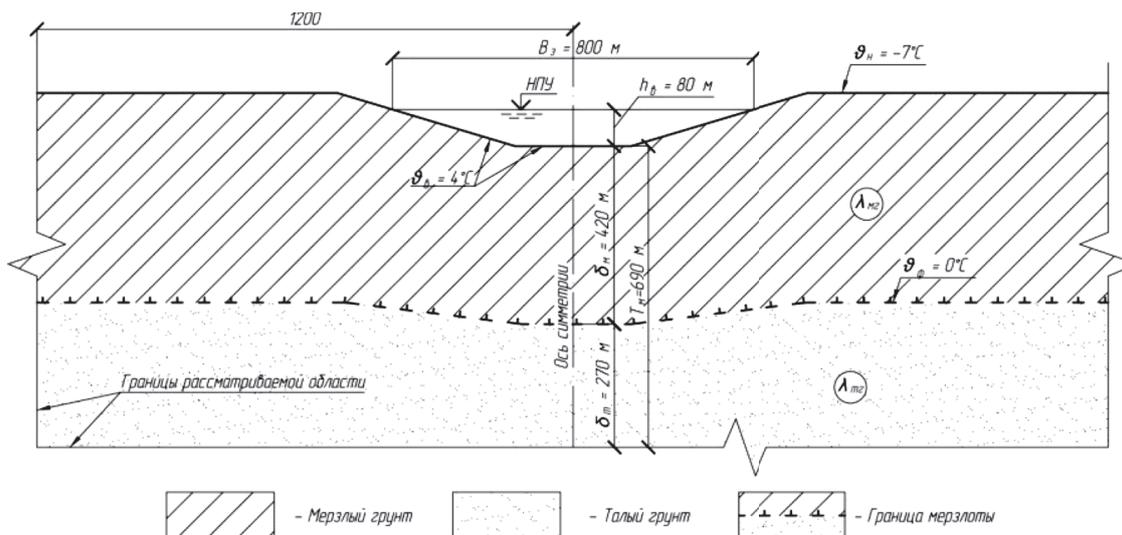


Рис. 1. Расчетная схема ложа водохранилища в северной строительно-климатической зоне:
 B_3 – ширина зеркала водохранилища; НПУ – нормальный подпорный уровень водохранилища; h_0 – глубина воды; v_n – расчетная температура наружного воздуха; v_E – расчетная температура воды водохранилища;
 $v_ф$ – температура фазовых переходов; δ_m – толщина мерзлого грунта; δ_m – толщина талого грунта

Решая эту задачу аналитическим методом (методом электротепловых аналогий с помощью прибора ЭГДА [5]), находят-

ся положения изотерм, соответствующие установившемуся температурному режиму (рис. 2).

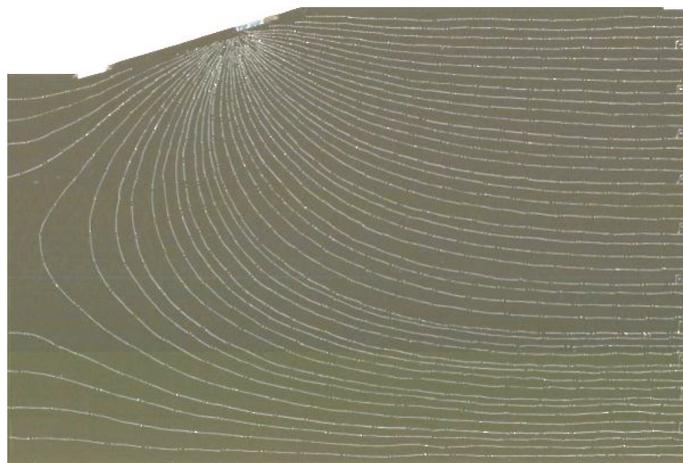


Рис. 2. Решение, полученное методом ЭГДА

Численная модель может быть реализована в программе «Tube» v.1.0 (канд. техн. наук, доцент Горохов Е.Н., канд. техн. наук, доцент Логинов В.И., аспирант Белов А.Н.). При рас-

чете рассматривается половина расчетной области. Результат расчета численным методом с помощью программы «Tube» представлен на рис. 3.

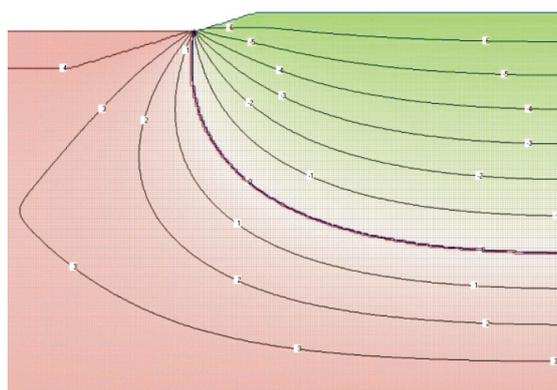


Рис. 3. Решение, полученное программой «Tube» v.1.0

При сравнении результатов решения задачи за эталон принималось решение методом ЭТА. Сравнение методик показывает, что численный метод определения температуры грунтового массива может использоваться при расчетах с абсолютной погрешностью до 0,1 °С.

Список литературы

1. Богословский П.А. Расчет многолетних изменений температуры земляных плотин, основанных на толще мерзлых грунтов // Труды Горьковск. инж.-строит. ин-та. – 1957. – Вып. 27. – С. 123-178.
2. Достовалов Б.Н. Общее мерзлотведение / Б.Н. Достовалов, В.А. Кудрявцев. – М.: Изд. МГУ, 1967. – 403 с.
3. Кондрагев К.Я. Актинометрия. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1965. – 691 с.
4. Лыков А.В. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – М.-Л.: ГЭИ, 1963. – 535 с.
5. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.

К ВОПРОСУ ОБ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖФАЗНОЙ ЭНЕРГИИ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА КРИСТАЛЛ-РАСПЛАВ

Дохов М.П.

Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия, Нальчик,
e-mail: vdokhova@yandex.ru

Построена теория межфазной энергии на границе кристалл- расплав в зависимости от ориентации кристаллографической грани для простых и переходных металлов.

Получена формула для вычисления межфазной энергии на границе кристаллическая грань- собственный расплав с учетом краевого угла.